

SUR LE POTENTIEL D'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DE SOLS FERRALLITIQUES DIFFÉREMMENT CULTIVÉS

G. BACHELIER

C. S. T. Bondy

RESUME

Etude des relations existant entre le potentiel d'activité biologique et les diverses caractéristiques physico-chimiques d'un sol ferrallitique, différemment cultivé ou au contraire laissé en jachère. Par des mesures de dégagement de gaz carbonique ou d'absorption d'oxygène, il a été mis en évidence l'influence profonde et plus ou moins lointaine de différents apports fertilisants sur la "santé du sol". Certains apports apparaissent plus nuisibles que d'autres, même si dans l'immédiat ces apports accroissent fortement les rendements.

INTRODUCTION

En 1956, une expérimentation a été mise en place par l'I. R. C. T. à la station de Bambari (République Centrafricaine) en vue de préciser le comportement d'une culture continue de coton selon les pratiques culturales et les apports fertilisants. L'évolution du sol a été parallèlement suivie dans le but de rechercher les relations susceptibles d'exister entre les rendements en coton et les diverses caractéristiques analytiques de ce sol, sol qui s'avère être un sol rouge ferrallitique sur gneiss à 2 micas.

En 1959, donc après 3 années d'expérience, des prélèvements de sol ont été effectués dans les différentes parcelles à leur période de jachère naturelle, et leur étude a été faite par Combeau, Ollat et Quantin (1). Ces auteurs ont effectivement pu montrer l'existence de relations entre les rendements, les traitements appliqués et certains des résultats de l'analyse pédologique. Ces relations se sont vues depuis confirmées ou précisées par Combeau et Quantin sur les échantillons prélevés en 1960 et 1961.

Pour nous, nous avons travaillé sur 53 échantillons prélevés en 1961 et nous nous sommes plus particulièrement attachés à en rechercher le potentiel d'activité biologique par des mesures de respiration. Ceci, dans le cadre d'un travail plus général, mais aussi, en la circonstance présente, dans le but de rechercher quelle avait été l'influence des divers apports fertilisants sur l'activité biologique des sols, comparativement à celle observée sur leurs rendements et leurs caractéristiques physico-chimiques.

Nous pensons qu'il est possible, par de simples mesures de dégagement de gaz carbonique ou d'absorption d'oxygène, de connaître l'influence profonde et plus ou moins lointaine d'apports à un sol, avant que ceux-ci n'en modifient les caractéristiques physico-chimiques et les rendements. Par ces mesures, il nous paraît possible de s'apercevoir que certains apports sont plus nuisibles que d'autres à la "santé du sol", même si dans l'immédiat ces apports accroissent fortement les rendements.

ECHANTILLONNAGE (effectué par Quantin)

53 échantillons, dont chacun est la moyenne de 4 prélèvements effectués dans l'horizon 0-15 cm du sol, et qui représentent 9 parcelles différentes, à savoir :

- la savane non cultivée
échantillons S, numéros 1 à 7
- la culture continue de coton depuis 5 ans, sans apport
échantillons T, numéros 7, 12, 19, 28, 36 et 46
- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec paillis régulier de Sissongos.
échantillons P, numéros 9, 13, 21, 27, 37 et 41
- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec apport de fumier,
échantillons F, numéros 6, 17, 22, 30, 40 et 47
- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec apport de fumier et paillis de Sissongos.
échantillons FP, numéros 4, 11, 23, 31, 35, et 45.
- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec apport d'engrais minéraux (sulfate d'ammonium et phosphate tricalcique).
échantillons E, numéros 8, 16, 20, 29, 34 et 43.
- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec apport d'engrais minéraux et paillis de Sissongos.
échantillons EP, numéros 10, 15, 24, 25, 38 et 44
- la culture continue de coton depuis 5 ans avec apport d'engrais minéraux et de fumier,
échantillons EF, numéros 3, 32, 33 et 48

(1) Combeau A., Ollat C., et Quantin P. - Observations sur certaines caractéristiques des sols ferrallitiques - Fertilité, Juillet-Août 1961, 27-40.

- la culture continue de coton depuis 5 ans, avec apport d'engrais minéraux, de fumier et paillis de Sissongos.
échantillons EFP, numéros 5, 14, 18, 26, 39 et 42.

TECHNIQUES D'ANALYSE (1)

Argile + Limon : Méthode pipette Robinson. Dispersant : hexametaphosphate de sodium.

Carbone : Méthode Walkley et Black.

pH eau : Méthode électrométrique. Rapport sol/solution : 1, 25.

S (Somme des bases échangeables) : Extraction par l'acétate d'ammonium N, évaporation et calcination, reprise par ClH N/10 et dosage par NaOH N/10 en présence de rouge de méthyl.

I_s (Indice d'instabilité structurale) : Méthode Hénin.

Rétention d'eau : Mesurée sur creuset filtrant avec pompe à vide et circulation d'air saturé en eau.

Absorption d'oxygène en flacon d'eau : Absorption d'oxygène effectuée par 3 g. de terre dans un litre d'eau aérée, maintenu 7 jours à 20°.

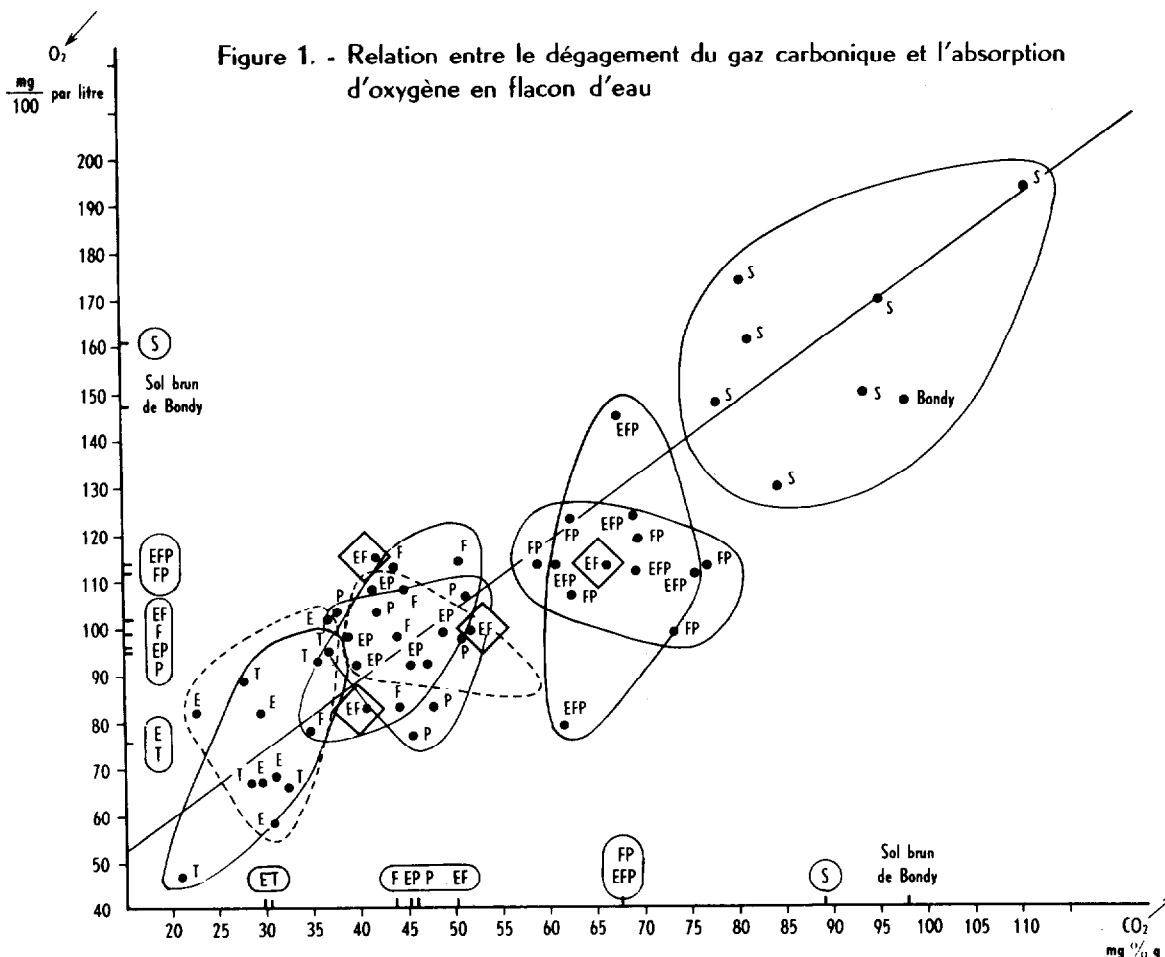
(G. Bachelier - L'Agronomie Tropicale, n° 5, 1960, 525-542).

Dégagement de gaz carbonique : Dégagement effectué par 50 g. de terre humidifiés à la rétention et maintenus 7 jours à 29° en bocal d'un litre. Le gaz carbonique y est fixé par de la potasse N/10, dont on mesure la variation de titre par rapport à un témoin.

La mesure du dégagement de gaz carbonique et la mesure de l'absorption d'oxygène en flacon d'eau sont deux mesures précises et fidèles. Les résultats de ces mesures sont donnés dans le tableau II.

On peut penser que la mesure de l'oxygène absorbé par la terre dans un flacon d'eau aéré mesure l'activité d'une flore à tendance moins aérobie que celle dont l'activité est mesurée par le dégagement de gaz carbonique quand la terre est amenée à la valeur de la rétention d'eau. Pour le sol ferrallitique ici étudié, la corrélation entre l'oxygène absorbé en flacon d'eau aérée et le gaz carbonique dégagé en bocal apparaît très bonne; les différentes parcelles s'y trouvent bien séparées et dans le même ordre sur les deux axes de coordonnées (cf. Figure 1).

(1) Les différentes valeurs de granulométrie, de carbone, de pH et de stabilité structurale nous ont été aimablement fournies par le Laboratoire de Physique des Sols du Centre Scientifique et Technique de Bondy.



Nous utiliserons surtout le gaz carbonique dégagé (mesure la plus usuelle) pour établir les corrélations possibles entre la respiration et les autres caractéristiques du sol.

Absorption d'oxygène conjointe au dégagement de gaz carbonique

Grâce à la soudure de robinets à 3 branches sur le couvercle des bocaux, nous nous sommes efforcés de mesurer par manométrie la dépression qui s'y créait; ceci afin de pouvoir calculer le quotient respiratoire des sols ($Q. R. = \text{volume de gaz carbonique dégagé sur volume d'oxygène absorbé}$).

Cette mesure manométrique de l'oxygène absorbé, par suite de la simplicité de notre matériel, s'est avérée assez délicate et difficilement fidèle. Aussi, seules sont à considérer les valeurs moyennes pour chaque traitement (cf. tableau 1).

RELATIONS ENTRE LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

Combeau, Ollat et Quantin (1) ont déjà pu établir avec les échantillons de l'année 1959 de nombreuses relations entre les diverses caractéristiques des sols étudiés, relations qu'ils ont pu vérifier ou préciser depuis avec les échantillons de 1960 et 1961.

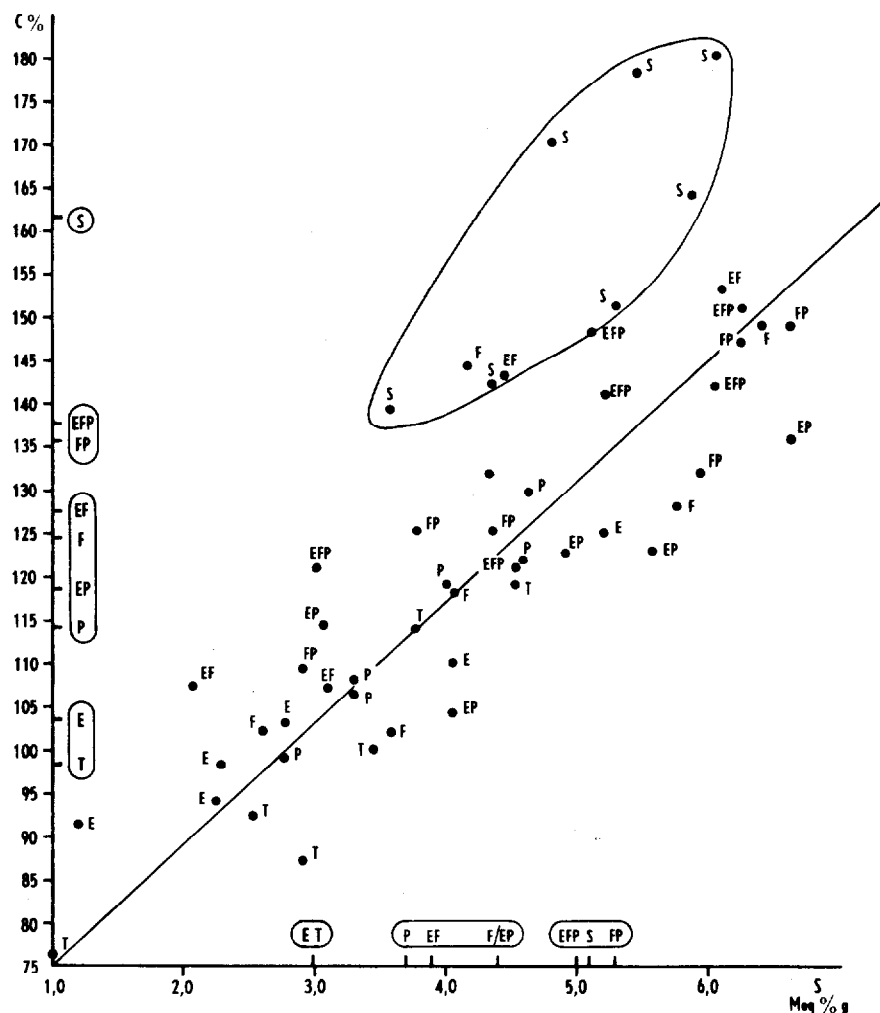
Ces auteurs ont ainsi trouvé :

- une corrélation entre la granulométrie et la matière organique, les sols les plus riches en éléments fins étant généralement les plus riches en carbone. Cette corrélation tend à devenir moins bonne avec les années et les divers apports fertilisants. Elle est notamment mauvaise pour les échantillons de 1961.

- une corrélation entre le carbone et le taux de saturation des sols (S/T). La somme des bases échangeables (S) tend à croître plus rapidement que la capacité d'échange (T).

La figure 2 nous montre la confirmation de la corrélation entre le carbone et la somme des bases échangeables (S) sur les échantillons de 1961. Les échantillons de la savane témoin, groupés légèrement à part, ont un rapport S/T plus faible que les échantillons des autres parcelles.

Figure 2. - Relation entre le carbone et la somme des bases échangeables.



- une corrélation entre le carbone et la rétention d'eau à *pF* inférieur ou égal à 3, la rétention d'eau aux autres *pF* dépendant surtout de la granulométrie des échantillons.

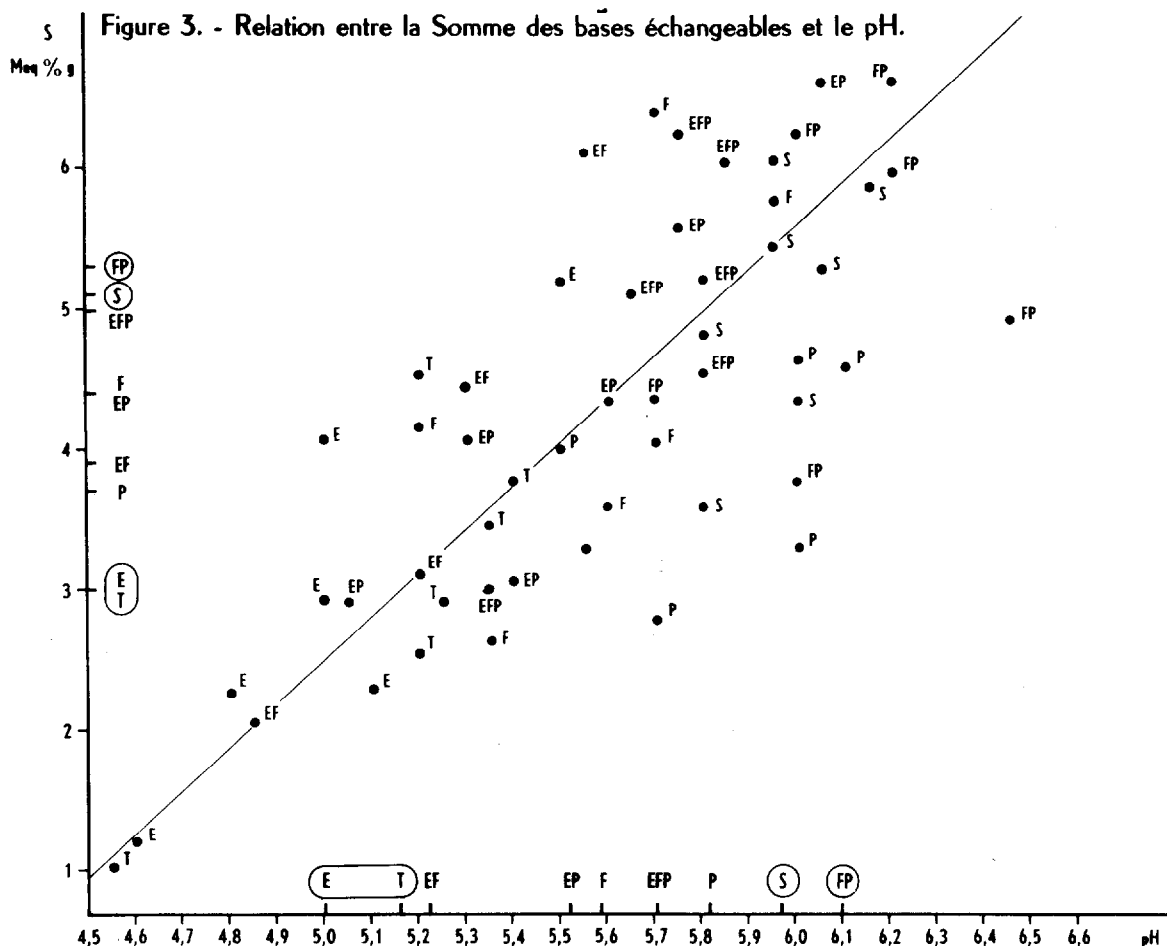
Avec notre appareil qui nous mesure la rétention d'eau à des *pF* proches de 2 à 5, nous avons pu vérifier l'existence d'une corrélation assez large entre la rétention d'eau d'une part et le carbone ou le taux d'argile + limon d'autre part.

La rétention d'eau nous est apparue indépendante de la stabilité structurale.

- une corrélation entre le carbone et la stabilité structurale, corrélation confirmée chaque année par Combeau, qui en étudie les écarts (sol de savane) et en recherche le déterminisme.

- une corrélation entre le taux de saturation des sols et le *pH*.

La figure 3 nous montre la bonne corrélation obtenue sur les échantillons de 1961 entre la somme des bases échangeables (S) et le *pH*.



RELATIONS ENTRE LE POTENTIEL D'ACTIVITE BIOLOGIQUE ET LES DIVERSES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

Pour les échantillons de sol rouge ferrallitique qui constituent le matériel de cette étude, nous avons trouvé une très bonne corrélation entre l'oxygène absorbé en flacon d'eau aérée et le gaz carbonique dégagé en bocal (cf. Techniques d'analyse et Figure 1). La valeur du rapport entre ces deux mesures correspond bien à des sols sablo-argileux à argilo-sableux, souvent humides, mais néanmoins à pédogénèse nettement aérobie.

Le potentiel d'activité biologique des sols étudiés est en relation étroite avec le carbone, le pH et la stabilité structurale de ces sols (cf. Figures 4, 5 et 6).

Il apparaît beaucoup moins étroitement lié à la somme des bases échangeables (S) (cf. Figure 7) et il s'avère par ailleurs pratiquement indépendant de la rétention d'eau.

INFLUENCE DES DIVERSES PRATIQUES AGRICOLES

Si l'on se reporte aux précédentes figures et au tableau 1 donnant la moyenne des résultats d'analyse par traitement (1), on peut voir que la dégradation du sol apparaît la plus forte pour la culture continue sans apport (éch. T) ou avec apport d'engrais exclusivement minéraux (éch. E). Au contraire, elle apparaît la plus faible pour les sols de savane non cultivés (éch. S). Ceci d'après les valeurs du carbone, de la somme des bases échangeables, du pH, de la stabilité structurale, de la rétention d'eau et de la respiration (gaz carbonique dégagé en bocal et oxygène absorbé en flacon d'eau).

Si l'on considère maintenant les divers apports fertilisants et que l'on se reporte à la figure 1, il nous apparaît que les apports de paille (éch. P), de fumier (éch. F) ou d'engrais + paille (éch. EP) et d'engrais + fumier (éch. EF) n'ont pas pu compenser la diminution d'activité biologique que les sols ont subi du fait de la culture.

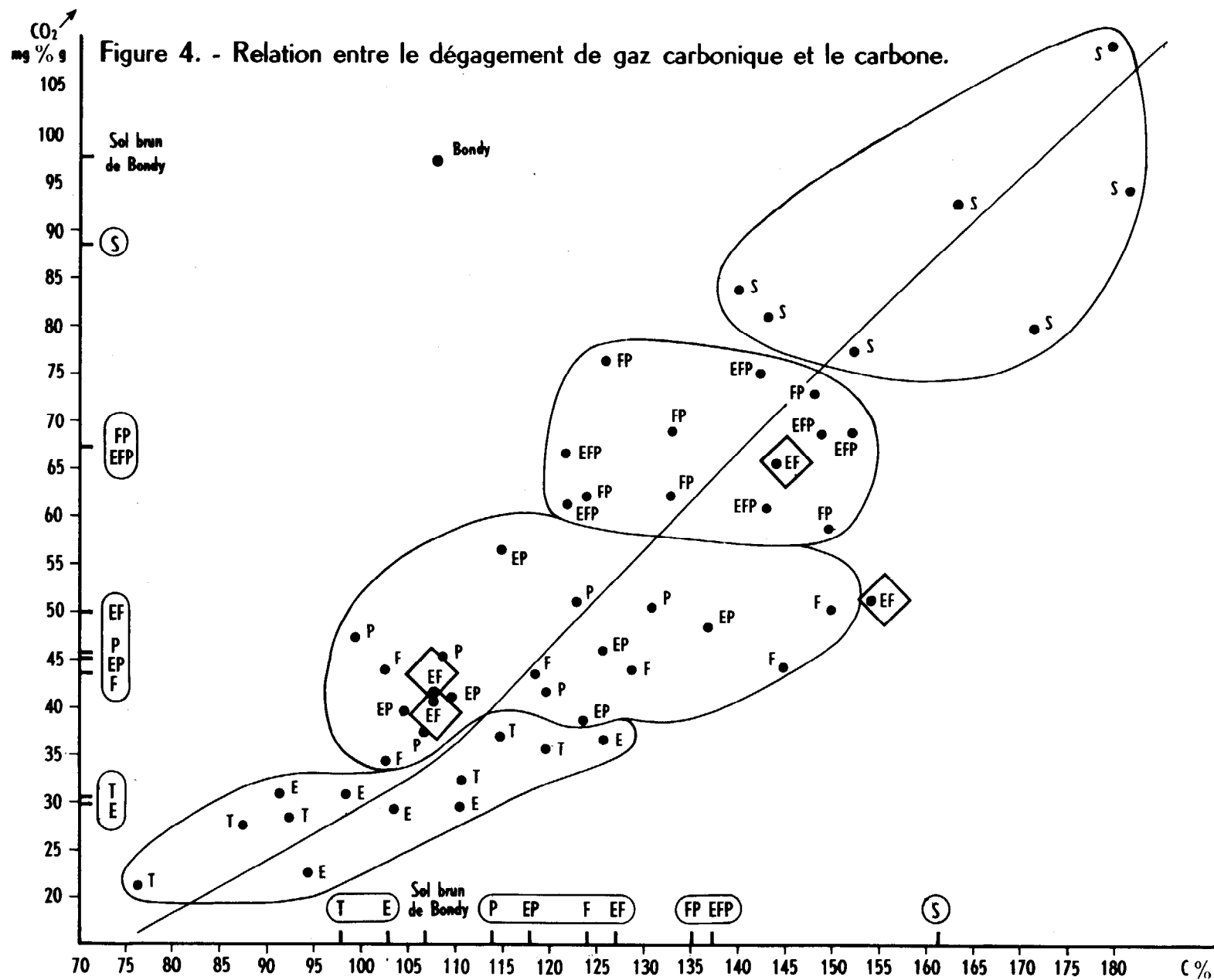


Figure 5. - Relation entre le dégagement de gaz carbonique et le pH.

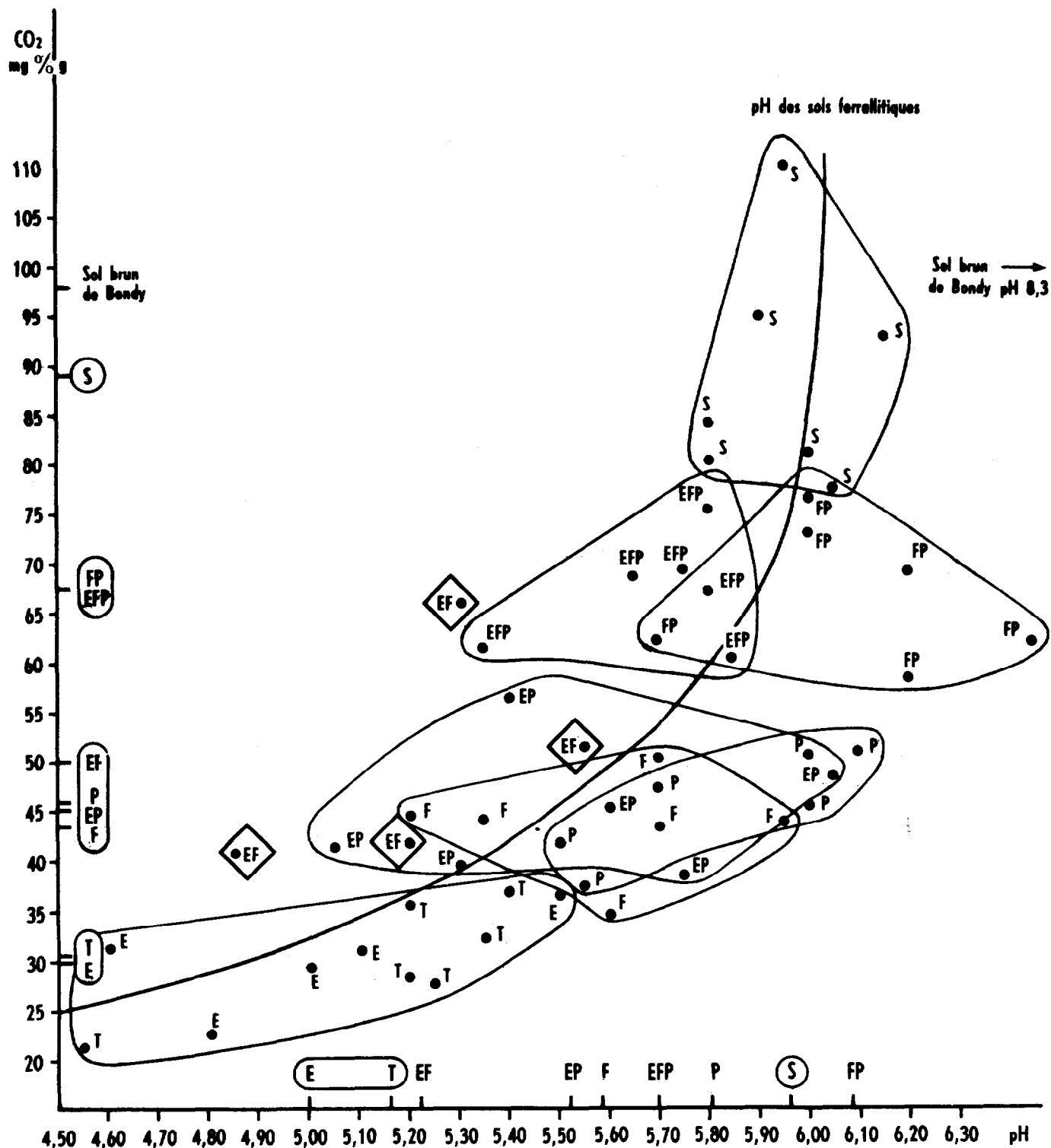
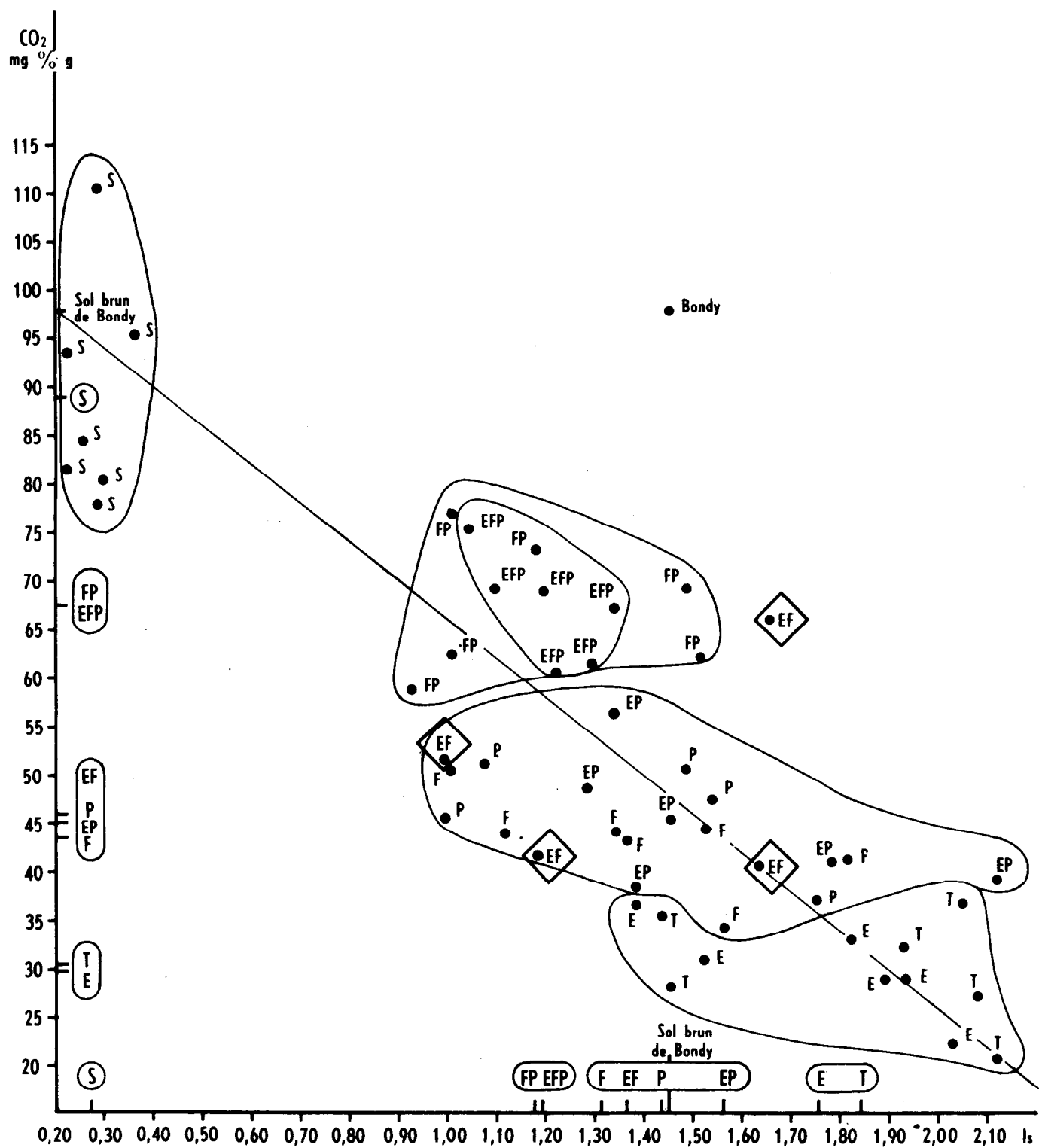
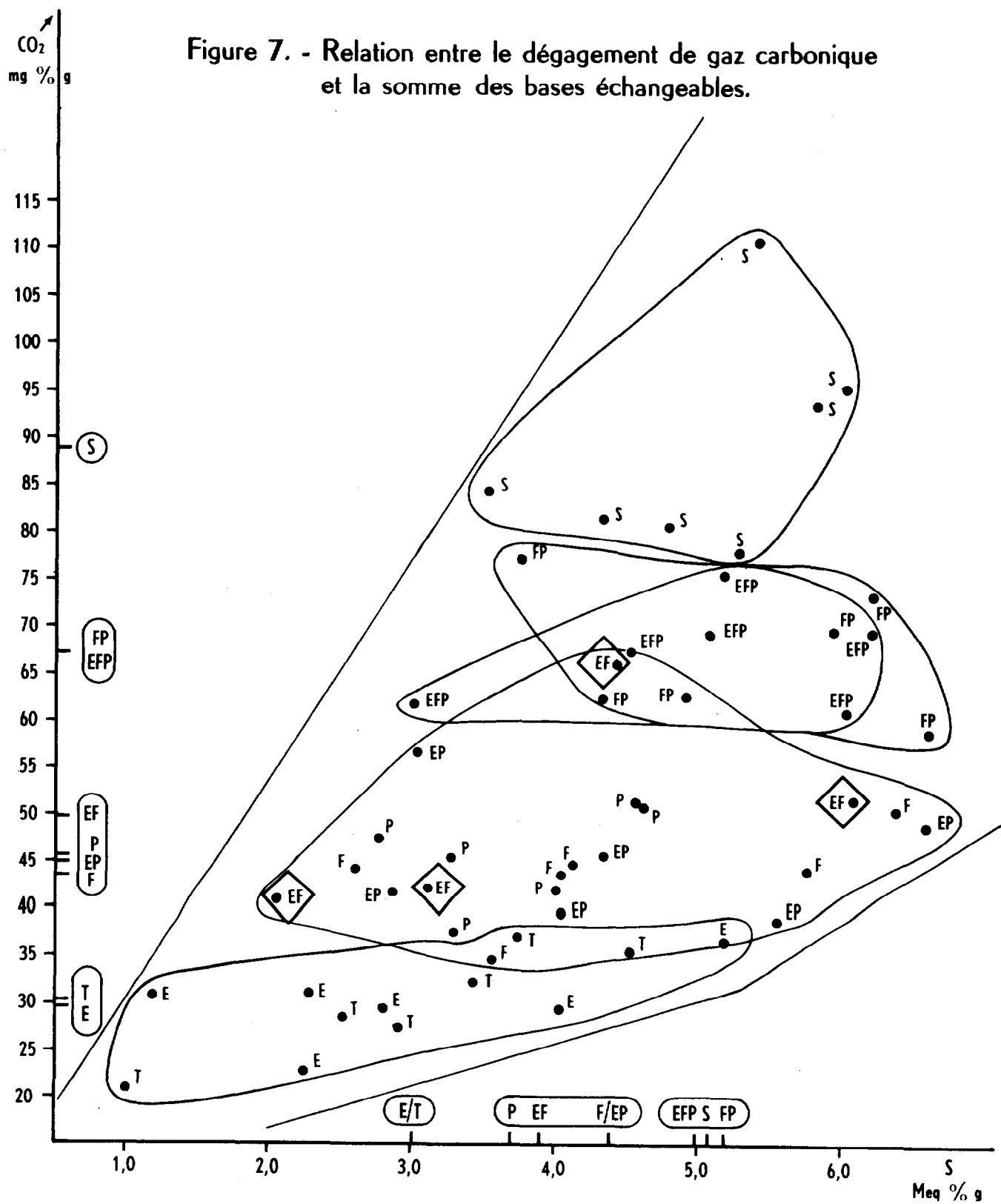


Figure 6. - Relation entre le dégagement de gaz carbonique et la stabilité structurale.





Seuls les apports de fumier + paille (éch. FP) et mieux les apports d'engrais + fumier + paille (éch. EFP) ont limité au maximum cette diminution de la vie dans les sols, sans pouvoir cependant la maintenir au niveau de la savane non cultivée (éch. S).

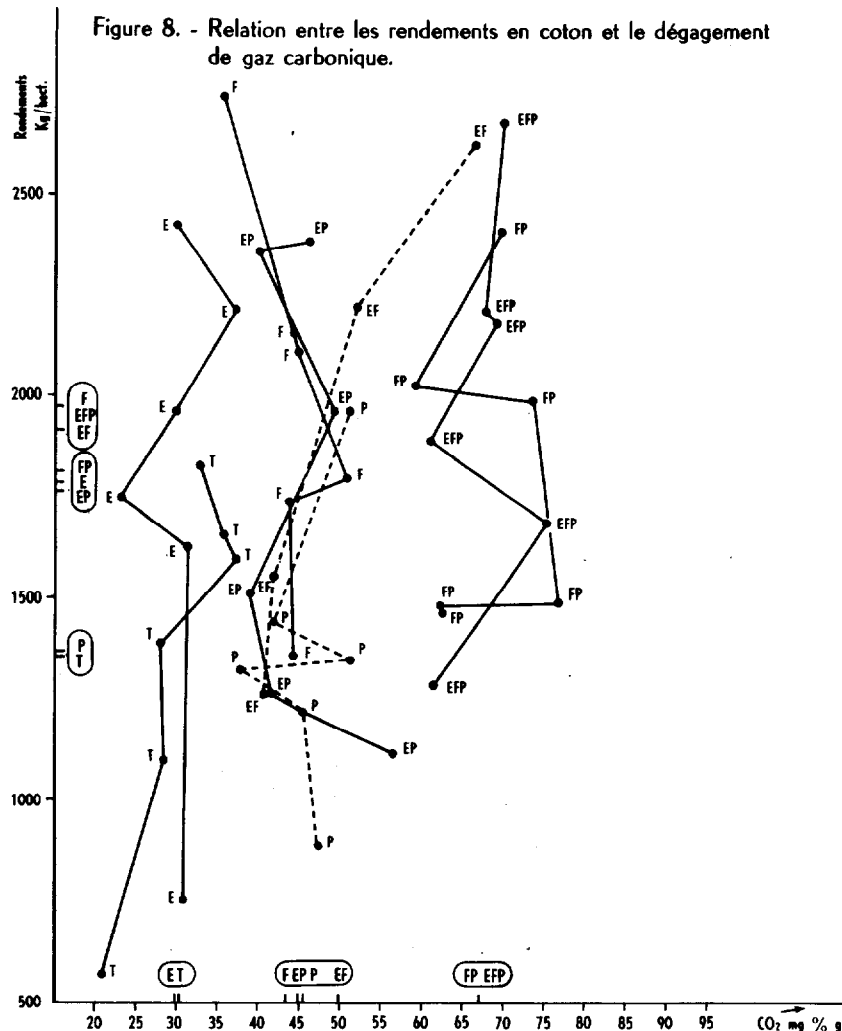
La vie dans ces sols venant à diminuer, leur équilibre biodynamique tend à se simplifier, et cette simplification se traduit par une diminution des matières organiques, une acidification du sol, une moins bonne saturation en bases, une structure plus fragile et une rétention d'eau moins importante; tous facteurs, comme nous l'avons vu, plus ou moins étroitement reliés entre eux, et influant sur les rendements.

SANTÉ ET PRODUCTIVITÉ DU SOL

Combeau, Ollat et Quantin ont en effet trouvé que les rendements en coton apparaissent liés aux taux de matières organiques, à la somme des bases échangeables, à l'indice d'instabilité structurale et au pH.

Les échantillons de 1961 offrent aussi ces relations, mais elles apparaissent pour les échantillons de cette année là, beaucoup plus larges et même assez incertaines en ce qui concerne la stabilité structurale et surtout le pH.

L'activité biologique du sol (mesurée par le dégagement de gaz carbonique) est sans relation avec les rendements au sein de chaque parcelle, ainsi que nous le montrent les diverses droites de la figure 8. Ce n'est qu'en considérant l'ensemble des parcelles qu'on peut entrevoir une corrélation encore très imprécise entre ces deux éléments.



Les apports "fertilisants" n'ont pas eu sur l'activité biologique des sols la même action que sur les rendements. Les engrais minéraux (NH_4SO_4 et $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) qui, par rapport au sol cultivé sans apport (éch. T) se sont avérés bénéfiques pour les rendements en coton, sont restés sans effet sur l'activité biologique des sols. Le fumier lui-même n'a pas maintenu l'activité biologique, comme aurait pu le faire supposer son action favorable sur les rendements.

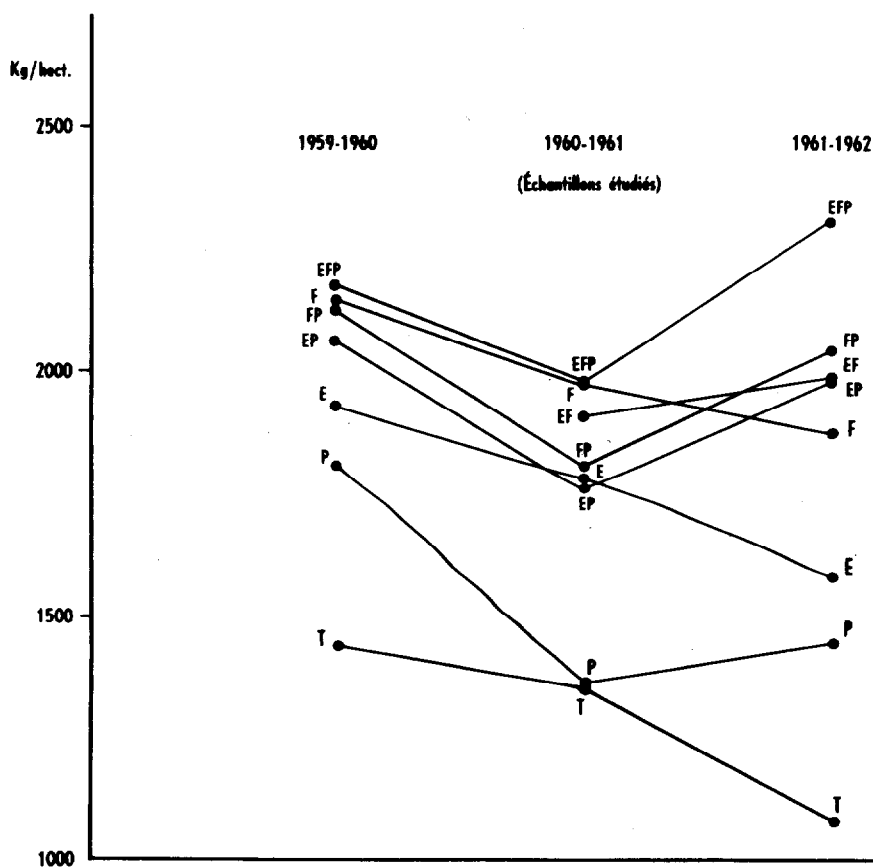
Inversement, alors que son action sur les rendements n'a pas été prépondérante, l'apport de fumier + paille a été (avec l'apport engrais minéral + fumier + paille) celui qui a conservé le plus de l'activité biologique naturelle du sol (éch. S) sans toutefois pouvoir la maintenir intacte.

Seul, l'apport engrais minéral + fumier + paille (éch. EFP) a été le plus efficace à la fois sur les rendements et le maintien de l'activité biologique.

Or, comme nous l'avons vu, l'activité biologique d'un sol est en relation avec ses caractéristiques physico-chimiques et celles-ci, à leur tour, contribuent à en déterminer la productivité. Si donc, certains apports accroissent les rendements sans maintenir l'activité biologique des sols, on peut prévoir qu'à plus ou moins longue échéance, ces rendements vont baisser. Seuls se maintiendront ou progresseront les rendements des sols dont les pratiques agricoles sauront conserver la complexité des équilibres biodynamiques, et cela d'autant plus qu'on aura à faire à des cultures exigeant des sols organiques ou des équilibres complexes.

Confirmant ceci, la courbe des rendements en coton, pour chaque parcelle (cf. figure 9) nous montre pour l'année 1961-62 (donc pour l'année suivant celle dont nous venons d'étudier les prélèvements) une baisse continue des rendements dans les parcelles T, E et F, un redressement des rendements dans les parcelles P, EP, EF et FP, et un dépassant des rendements de 1959-60 dans les parcelles EFP.

Figure 9. - Évolution de la moyenne des rendements en coton pour chaque parcelle.



Pour conclure cette étude, on peut souligner que, trop souvent encore, on a tendance à minimiser l'importance des matières organiques et le rôle de la vie dans les sols. De nombreux physiologistes pensent encore que seul importe pour les plantes de trouver dans les sols un ensemble approprié d'éléments, de l'eau et ... "un milieu physique satisfaisant". Certes, il est des plantes qui se satisfont de milieux très simples et peuvent même être cultivées en culture hydroponiques, mais la grande majorité des plantes exige des équilibres pédobiodynamiques complexes (1), dont les diverses caractéristiques, nous l'avons vu, ne peuvent se maintenir que si le sol reste "vivant" et pour cela, la fertilisation minérale apparaît devoir être étroitement liée à la fertilisation organique.

ADDENDUM SUR LE QUOTIENT RESPIRATOIRE

Si nous considérons les valeurs moyennes du quotient respiratoire pour chaque parcelle (cf. tableau 1), nous voyons que ce quotient est égal à 0,50 et 0,53 pour les parcelles cultivées sans apport ou avec apport d'engrais minéraux, compris entre 0,63 et 0,75 pour les parcelles cultivées avec apport d'engrais purement organique (fumier, paille ou fumier + paille), compris entre 0,92 et 0,95 pour les parcelles cultivées avec apport d'engrais à la fois minéraux et organiques (parcelles EF, EP et EFP), et enfin égal à 1,12 pour les sols non cultivés de savane. A titre de comparaison, un sol brun de Bondy (région parisienne) a été trouvé avoir un Q. R. de 0,99.

Même en tenant compte de la marge d'erreur inhérente à notre technique de mesure manométrique de l'oxygène absorbé, ce classement des parcelles en 4 groupes bien distincts nous paraît correspondre à une réalité intéressante.

Sachant que le quotient respiratoire pour un organisme consommant des glucides, et notamment de la cellulose, est voisin de 1, alors qu'il est voisin de 0,8 pour de nombreux protides, et voisin de 0,7 pour de nombreux lipides, il semblerait que les sols cultivés sans apport ou avec apport minéral brûleraient surtout des substances organiques peu cellulosiques et peu ligneuses, du genre plasma microbien, microflore, matières humiques ou cadavres animaux, ce qui expliquerait leur très nette dégradation.

Les sols ne recevant qu'une fertilisation organique manqueraient d'éléments minéraux (déjà naturellement déficients dans les sols ferrallitiques) pour convenablement brûler la cellulose de ces apports. Seuls les sols organiques recevant à la fois une fertilisation minérale et organique pourraient, avec un Q. R. proche de 1, retrouver un métabolisme proche des sols non cultivés et en équilibre naturel (éch. S et éch. Bondy).

Ces quelques considérations sur le quotient respiratoire des sols ne sont encore pour nous que des hypothèses de travail.

(1) Boullard B. et Moreau R. -Sol, Microflore et Végétation - Masson éd. (Paris) 1962.

RESULTATS D'ANALYSES

N°	A + L %	C %	S Meq. % g.	pH eau	Is	Rétention d'eau %	50 g./7 j./29° CO ₂ mg % g.	3g./11/7j et 20° O ₂ mg 100 par l.	Rendements coton 1960 Kg/Hect. * *
3	32,8	1,43	4,44	5,30	1,65	24,67	65,64	113	2.609
4	30,6	1,47	6,25	6,00	1,17	28,59	72,90	99	1.982
5	29,8	1,48	5,11	5,65	1,19	25,26	68,58	124	2.176
6	32,0	1,44	4,15	5,20	1,52	27,7	44,34	108	2.101
7	30,2	1,14	3,77	5,40	2,05	27,4	36,73	95	1.595
8	30,4	1,03	2,82	5,00	1,93	23,88	29,26	82	1.952
9	33,9	1,19	4,01	5,50	1,81	27,1	41,64	103	1.435
10	40,4	1,04	4,06	5,30	2,12	26,56	39,55	92	2.347
11	38,0	1,32	5,97	6,20	1,48	27,83	69,09	119	2.393
12	28,3	1,00	3,44	5,35	1,93	26,1	32,33	66	1.820
13	29,3	1,30	4,63	6,00	1,48	27,6	50,55	98	1.957
14	30,7	1,51	6,25	5,75	1,09	25,67	69,13	112	2.664
15	29,1	1,25	4,34	5,60	1,45	23,35	45,17	92	2.372
16	29,2	1,10	4,06	5,00	1,89	23,30	29,26	67	2.409
17	25,1	1,02	3,58	5,60	1,56	23,6	34,60	78	2.733
18	27,6	1,21	4,53	5,80	1,33	24,09	66,97	145	2.203
19	30,6	0,87	2,91	5,25	2,08	23,1	27,50	89	1.381
20	29,9	0,94	2,24	4,80	2,03	22,27	22,55	82	1.744
21	27,7	1,06	3,29	5,55	1,75	25,6	37,32	103	1.319
22	26,8	1,18	4,06	5,70	1,36	25,5	43,29	113	1.733
23	27,8	1,32	4,34	5,70	1,51	24,98	62,14	123	1.484
24	28,7	1,09	2,91	5,05	1,78	22,45	40,97	108	1.260
25	27,8	1,14	3,05	5,40	1,33	24,15	56,37	86	1.116
26	27,4	1,21	3,01	5,35	1,29	23,40	61,32	79	1.277
27	27,4	0,99	2,77	5,70	1,53	26,2	47,21	83	889
28	27,7	0,76	1,00	4,55	2,12	21,9	21,09	47	565
29	27,3	0,91	1,19	4,60	1,82	24,01	30,68	58	754
30	27,4	1,02	2,62	5,35	1,34	23,9	43,87	83	1.357
31	26,3	1,25	3,77	6,00	1,00	25,65	76,60	113	1.489
32	27,8	1,07	2,05	4,85	1,63	22,46	40,42	83	1.262
33	26,3	1,07	3,10	5,20	1,18	21,47	41,64	115	1.550
34	26,9	0,98	2,29	5,10	1,52	22,50	30,87	68	1.614
35	25,3	1,23	4,92	6,45	1,00	24,31	62,26	107	1.462
36	26,7	0,92	2,53	5,20	1,45	22,2	28,24	67	1.095
37	25,4	1,08	3,29	6,00	0,99	23,6	45,25	77	1.214
38	35,9	1,23	5,58	5,75	1,38	23,84	38,61	98	1.506
39	34,8	1,42	6,06	5,85	1,21	23,78	60,49	113	1.879
40	24,7	1,28	5,77	5,95	1,11	24,0	43,76	98	2.144
41	28,3	1,22	4,58	6,10	1,07	24,9	50,95	107	1.344
42	32,1	1,41	5,20	5,80	1,04	25,61	75,06	111	1.679
43	39,2	1,25	5,20	5,50	1,38	25,70	36,53	102	2.201
44	39,6	1,36	6,63	6,05	1,28	25,90	48,47	99	1.953
45	30,7	1,49	6,63	6,20	0,92	25,96	58,61	113	2.014
46	31,1	1,19	4,53	5,20	1,43	24,8	35,31	93	1.644
47	33,9	1,49	6,40	5,70	1,00	26,8	50,20	114	1.788
48	34,4	1,53	6,11	5,55	0,99	26,03	51,38	99	2.209
S1	35,2	1,70	4,82	5,80	0,29	27,70	80,13	174	
S2	27,1	1,51	5,30	6,05	0,28	23,15	77,54	148	
S3	27,7	1,42	4,34	6,00	0,22	24,04	80,80	161	
S4	27,9	1,39	3,58	5,80	0,25	23,31	83,86	130	
S5	30,0	1,64	5,87	6,15	0,22	24,57	92,82	150	
S6	33,5	1,78	5,44	5,95	0,28	29,58	110,00	194	
S7	41,2	1,80	6,06	5,95	0,36	29,94	94,70	170	
Bondy		1,07	48,00	8,3	1,45	23,10	97,26	148	

* Résultats COMBEAU

* * Valeurs aimablement communiquées par QUANTIN

TABLEAU II

A + L %	C %	S Meq % g.	pH eau	Is	Rétention d'eau en %	CO ₂ mg % g.	CO ₂ ml(0°) (76 cm) % g.	O ₂ Manométrie ml(0°) (76 cm) % g.	Q. R.	O ₂ flacon d'eau mg 100 par l.	Rendements coton		
											1959-60	Kg/Ha 1960-61	1961-62
F 28,3	T 0,98	E 3,0	E 5,00	T 1,84	E 23,61	E 29,85	15,20	EP 24,76	T 0,50	T 76	T 1440	T 1350	T 1081
P 28,7	E 1,03	T 3,0	T 5,15	E 1,76	EF 23,66	T 30,21	15,38	EF 26,80	E 0,53	E 76	P 1810	P 1360	P 1445
T 29,1	P 1,14	P 3,7	EF 5,22	EP 1,56	T 24,25	F 43,33	22,06	E 28,62	P 0,63	P 95	E 1930	EP 1759	E 1573
FP 29,8	EP 1,18	EP 3,9	EP 5,52	P 1,44	EP 24,37	EP 44,86	22,84	F 29,22	FP 0,63	EP 96	EP 2066	E 1779	F 1874
EF 30,3	F 1,24	F 4,4	F 5,58	EF 1,36	EFP 24,63	P 45,49	23,16	T 30,87	F 0,75	F 99	FP 2128	FP 1804	EP 1973
EFP 30,4	EF 1,27	EP 4,4	EFP 5,70	F 1,31	F 25,25	EF 49,77	25,34	EFP 36,42	EP 0,92	EF 102	F 2146	EF 1907	EF 1983
E 30,5	FP 1,35	EFP 5,0	P 5,81	EFP 1,19	P 25,83	FP 66,93	34,08	P 36,54	EFP 0,94	FP 112	EFP 2179	F 1976	FP 2041
S 31,8	EFP 1,37	S 5,1	S 5,96	FP 1,18	S 26,04	EFP 66,93	34,08	S 40,14	EF 0,95	EFP 114		EFP 1979	EFP 2309
EP 33,6	S 1,61	FP 5,3	FP 6,09	S 0,27	FP 26,22	S 88,54	45,08	FP 54,30	S 1,12	S 161			
Sol brun de Bondy (Légèrement calcaire)													
25,0	1,07	plus de 40	8,3	1,45	23,1	97,26	49,52	50,04	0,99	148			

MOYENNES DES RESULTATS D'ANALYSE PAR TRAITEMENT

TABLEAU I